



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000076628 A**(43) Date of publication of application: **14.03.00**(51) Int. Cl. **G11B 5/39**(21) Application number: **10247095**(22) Date of filing: **01.09.98**(71) Applicant: **NEC CORP**(72) Inventor: **HAYASHI KAZUHIKO**

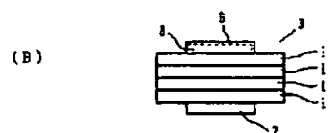
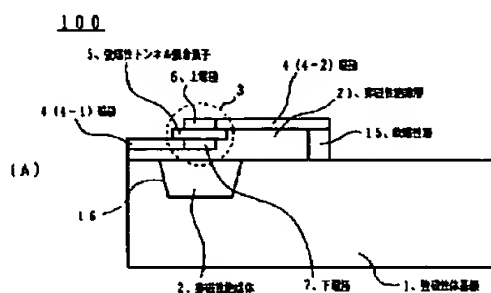
**(54) INFORMATION REPRODUCING HEAD DEVICE
AND INFORMATION RECORDING AND
REPRODUCING SYSTEM**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a device and a system that have less noise of a reproducing waveform and that excel in an S/N and a bit error rate.

SOLUTION: The yoke type information reproducing head device 100 is constituted such that a magnetic sensor 3 is provided on a substrate 1 through a nonmagnetic insulating layer 2, that a magnetic pole 4 is connected to this magnetic sensor 3, and that this magnetic sensor 3 is so structured that a ferromagnetic tunnel junction element 5 is held between an upper and a lower electrode 6, 7. In this case, a bias layer 8 for controlling a magnetic domain is joined to the tunnel junction element 5.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-76628
(P2000-76628A)

(43)公開日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(51) Int Cl.7

識別記号

FI

テート (参考)

G 1 1 B 5/39

G 1.1 B 5/39

5 D 0 3 4

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平10-247095

(22) 出願日 平成10年9月1日(1998.9.1)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 發明者 林 一彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100070530

弁理士 畑 泰之

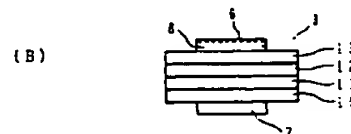
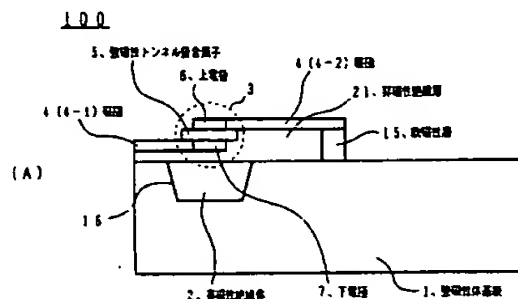
Fターム(参考) 5D034 BA05 BA09 BA15 CA08

(54)【発明の名称】 情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システム

(57) 【要約】

【課題】 再生波形のノイズが少なく、S/Nおよびビットエラーレートの良い情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システムを提供する。

【構成】 基板 1 上に非磁性絶縁層 2 を介して磁気センサ部 3 が設けられると共に、当該磁気センサ部 3 に磁極 4 が接続されているヨーク型情報再生ヘッド装置 100 であって、当該磁気センサ部 3 は強磁性トンネル接合素子 5 を上部電極部 6 及び下部電極部 7 とで挟持した構成を有するヨーク型情報再生ヘッド装置 100 に於て、当該トンネル接合素子 5 に磁区制御用バイアス層 8 が接合されている情報再生ヘッド装置 100。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に非磁性絶縁層を介して磁気センサ部が設けられると共に、当該磁気センサ部に磁極が接続されているヨーク型情報再生ヘッド装置であって、当該磁気センサ部は強磁性トンネル接合素子を上部電極部及び下部電極部とで挟持した構成を有するヨーク型情報再生ヘッド装置に於て、当該トンネル接合素子に磁区制御用バイアス層が接合されている事を特徴とする情報再生ヘッド装置。

【請求項2】 当該バイアス層は、当該トンネル接合素子を構成する自由磁性層に接合せしめられている事を特徴とする請求項1記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項3】 当該バイアス層の少なくとも一部が当該自由磁性層の一部と重なり合って配置せしめられている事を特徴とする請求項1又は2に記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項4】 当該バイアス層は、矩形状に形成されており、当該矩形状に形成されたバイアス層の一片部が、当該自由磁性層の端縁部と接合するか、その一部が当該自由磁性層の端縁部と重なり合う様に配置せしめられている事を特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項5】 当該バイアス層は、当該磁極に対して直交する方向に配置形成されている事を特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項6】 当該非磁性絶縁層は、当該基板に埋め込まれている事を特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項7】 当該磁極は、当該トンネル接合素子に接続されている当該上部電極部或いは下部電極部の少なくとも一方に接続せしめられている事を特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項8】 当該磁極は、当該トンネル接合素子に対して媒体が存在する位置側の方向に設けられた第1の磁極と、当該トンネル接合素子に対して媒体が存在する位置とは反対側の方向に設けられた第2の磁極とから構成されている事を特徴とする請求項7記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項9】 当該バイアス層は、反強磁性材料もしくはハード磁性材料で構成されている事を特徴とする請求項1乃至8の何れかに記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項10】 情報記録するための複数個のトラックを有する磁気記憶媒体と、当該磁気記憶媒体上に情報を記憶させるための磁気記録装置と、上記請求項1乃至8の何れかに於て規定された情報再生ヘッド装置、及び当該磁気記録装置および当該情報再生ヘッド装置を当該磁気記憶媒体の選択されたトラックへ移動させるために、当該磁気記録装置及び当該情報再生ヘッド装置とに結合されたアクチュエータ手段とから構成されている事を特徴とする情報記録再生システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は磁気媒体に記録した情報信号を読み取るための情報再生ヘッド装置及び当該情報再生ヘッド装置を使用した情報記録再生システムに関するものであり、特に詳しくは、ヒステリシスの小さなR-Hループを実現し、良好な再生波形が得られるトンネル接合素子を用いたヨーク型磁気抵抗センサを含む情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システムを提供することにある。

【0002】

【従来の技術】 従来技術では、磁気抵抗(MR)センサまたはヘッドと呼ばれる磁気読み取り変換器が開示されており、これは、大きな線形密度で磁性表面からデータを読み取れることがわかっている。MRセンサは、読み取り素子によって感知される磁束の強さと方向の関数としての抵抗変化を介して磁界信号を検出する。

【0003】 こうした従来技術のMRセンサは、読み取り素子の抵抗の1成分が磁化方向と素子中を流れる感知電流の方向の間の角度の余弦の2乗に比例して変化する、異方性磁気抵抗(AMR)効果に基づいて動作する。AMR効果のより詳しい説明は、D. A. トムソン(Thompson)等の論文("Memory, Storage, and Related Applications" IEEE Trans. on Mag. MAG-11, p.1039 (1975))に出ている。

【0004】 AMR効果を用いた磁気ヘッドではバルクハウゼンノイズを抑えるために縦バイアスを印加することが多いが、この縦バイアス印加材料として、FeMn、NiMn、ニッケル酸化物などの反強磁性材料を用いる場合がある。さらに最近には、積層磁気センサの抵抗変化が、非磁性層を介する磁性層間での電導電子のスピン依存性伝送、及びそれに付随する層界面でのスピン依存性散乱に帰される、より顕著な磁気抵抗効果が記載されている。

【0005】 この磁気抵抗効果は、「巨大磁気抵抗効果」や「スピン・バルブ効果」など様々な名称で呼ばれている。このような磁気抵抗センサは適当な材料で出来ており、AMR効果を利用するセンサで観察されるよりも、感度が改善され、抵抗変化が大きい。この種のMRセンサでは、非磁性層で分離された1対の強磁性体層の間の平面内抵抗が、2つの層の磁化方向間の角度の余弦に比例して変化する。

【0006】 一方、特開平2-61572号公報には、磁性層内の磁化の反平行整列によって生じる高いMR変化をもたらす積層磁性構造が記載されている。当該積層構造で使用可能な材料として、上記明細書には強磁性の遷移金属及び合金が挙げられており、また、中間層により分離している少なくとも2層の強磁性層の一方に固定させる層を付加した構造および固定させる層としてFeMnが適当であることが開示されている。

【0007】更に、特開平4-358310号公報には、非磁性金属体の薄膜層によって仕切られた強磁性体の2層の薄膜層を有し、印加磁界が零である場合に2つの強磁性薄膜層の磁化方向が直交し、2つの非結合強磁性体層間の抵抗が2つの層の磁化方向間の角度の余弦に比例して変化し、センサ中を通る電流の方向とは独立な、MRセンサが開示されている。

【0008】又、特開平4-103014号公報には、強磁性に他の中間層を挿入して多層膜とした強磁性トンネル接合素子において、少なくとも一層の強磁性層に反強磁性体からのバイアス磁界が印加されていることを特徴とする強磁性トンネル効果膜についての記載がある。更には、トンネル接合素子の自由磁性層としてCo、固定磁性層としてNiFeを用いた例が、日本応用磁気学会学術講演集、1996年、135ページに記載がある。

【0009】又、特開平10-162327号公報には、磁気トンネル接合装置及び磁気抵抗読み取りヘッドの構成に関して記載されているが、当該磁気トンネル接合装置は、所謂シールド方式の磁気抵抗読み取りヘッド

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 処で、強磁性トンネル接合素子を用いてヨーク型磁気抵抗効果センサを作成した場合、R-Hループのフリー層の反転に相当する部分のループのヒステリシスが大きく、実際に磁気記録媒体上に記録した磁気情報をセンサにより再生したときにバルクハウゼンノイズの多い再生波形になることが多かった。

【0011】従って、本発明の目的は、上記した従来技術の欠点を改良し、当該ヒステリシスの小さなR-Hループを実現し、良好な再生波形が得られるトンネル接合素子を用いたヨーク型磁気抵抗センサを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記した目的を達成する為、以下に示す様な基本的な技術構成を採用するものである。即ち、本発明に係る情報再生ヘッド装置は、基板上に非磁性絶縁層を介して磁気センサ部が設けられると共に、当該磁気センサ部に磁極が接続されているヨーク型情報再生ヘッド装置であって、当該磁気センサ部は強磁性トンネル接合素子を上部電極部及び下部電極部とで挟持した構成を有するヨーク型情報再生ヘッド装置に於て、当該トンネル接合素子に磁区制御用バイアス層が接合されている情報再生ヘッド装置である。

【0013】

【発明の実施の形態】 本発明に係る当該情報再生ヘッド装置は、上記した様な技術構成を採用しているので、よ

り具体的には、磁気抵抗効果素子に対しヨークを配置したヨーク型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、その磁気センサ部にトンネル接合素子を用い、トンネル接合素子の自由磁性層の磁区安定化素子として、例えば長方形型の反強磁性材料もしくはハード磁性材料を用い、磁区安定化素子の短辺がトンネル接合素子に接するか少なくとも一部が重なるようにする。

【0014】そして、本発明に於いては、磁区安定化素子の磁化を一方にそろえておくことにより、磁気抵抗効果素子の自由磁性層のうち磁区安定化素子に接している部分もしくは重なっている部分の少なくとも一部の磁化の方向がそろえられ、自由磁性層中での磁区の発生が抑制される。係る構成によって、自由磁性層の磁化反転モードが磁壁移動モードから磁化回転モードに変わりヒステリシスの小さなR-Hループが実現し、良好な再生波形が得られるようになる。

【0015】

【実施例】 以下に、本発明に係る情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システムの一具体例の構成を図面を参照しながら詳細に説明する。即ち、図1及び図2は、本発明に係る当該情報再生ヘッド装置100の一具体例の構成を説明する断面図であって、図中、基板1上に非磁性絶縁層2を介して磁気センサ部3が設けられると共に、当該磁気センサ部3に磁極4が接続されているヨーク型情報再生ヘッド装置100であって、当該磁気センサ部3は強磁性トンネル接合素子5を上部電極部6及び下部電極部7とで挟持した構成を有するヨーク型情報再生ヘッド装置100に於て、当該トンネル接合素子5に磁区制御用バイアス層8が接合されている情報再生ヘッド装置100が示されている。

【0016】 本発明に係る当該情報再生ヘッド装置100に於いては、使用される当該トンネル接合素子5は、例えば、図1(B)に示されている様に、センサー基板10の上に固定層11、非磁性層からなるバリア層12及び自由磁性層13とが積層された構成を有している事が望ましい。又、本発明に於ては、当該バイアス層8は、当該トンネル接合素子5を構成する自由磁性層13に接合せしめられている事が望ましい。

【0017】 本発明に於いては、当該バイアス層8の少なくとも一部が当該自由磁性層13の一部と重なり合せて配置せしめられている事も望ましい。本発明に於けるより具体的な構成としては、当該バイアス層8は、平面的に見て、例えば矩形状に形成されており、当該矩形状に形成されたバイアス層8の一片部が、当該自由磁性層13の端縁部と接合するか、その一部が当該自由磁性層の端縁部と重なり合う様に配置せしめられているものである。

【0018】 つまり、図3は、当該トンネル接合素子5に於ける当該自由磁性層13と、当該磁区制御用バイアス層8とが、それぞれの端縁部同士で接合した例を示し

ており、図4は、当該自由磁性層13と、当該磁区制御用バイアス層8との、それぞれの端縁部同志が、互いに一部ずつ重なり合って接合している例を示したものである。

【0019】更に、図5は、当該自由磁性層13の全部が、当該磁区制御用バイアス層8と重なり合って接合している例を示したものである。一方、本発明に於いては、当該バイアス層8は、当該磁極4に対して直交する方向に配置形成されている事が望ましい。更に、当該バイアス層8は、反強磁性材料もしくはハード磁性材料で構成されている事が望ましい。

【0020】本発明に係る当該情報再生ヘッド装置100に於いては、図1に示す様に、軟磁性層15を設け、磁界ループが形成し易く構成する事が望ましいが、当該軟磁性層15は必ずしも必要なものではない。又、本発明に係る当該情報再生ヘッド装置100に於て、当該非磁性絶縁層2は、図1(A)に示す様に、当該基板1に埋め込まれている事が望ましいが、更に、当該基板表面と磁極4、トンネル接合素子5等の下部との空間部分にも、更に別の非磁性絶縁層21を配置しておく事も望ましい。

【0021】或いは、当該非磁性絶縁層2を省略して、当該非磁性絶縁層21のみを使用する事も可能である。本発明に係る当該磁極4は、当該トンネル接合素子5に接続されている当該上部電極部6或いは下部電極部7の少なくとも一方に接続せしめられている事が好ましく、当該磁極4は、当該各電極部と当接した状態で接合していてもよく、或いは、当該両者が互いに少なくとも一部ずつ重なり合って接合しているものであっても良い。

【0022】より具体的には、当該磁極4は、当該トンネル接合素子5に対して、ディスク等の媒体が存在する位置側の方向に設けられた第1の磁極4-1と、当該トンネル接合素子5に対して媒体が存在する位置とは反対側の方向に設けられた第2の磁極4-2とから構成されている事が望ましい。上記した本発明に係る情報再生ヘッド装置100に対して、例えば図示されてはいないが、当該トンネル接合素子からなる磁気抵抗センサ5を通る電流を生じる手段と、検出される磁界の関数として上記磁気抵抗センサの抵抗率変化を検出する手段とを付加する事によって、実用的な磁気抵抗検出装置或いは磁気抵抗検出システムが完成する。

【0023】又、本発明に於ける他の態様としては、図6及び図7に示す様に、情報記録するための複数のトラック52を有する磁気記憶媒体53と、当該磁気記憶媒体53上に、所定の情報を記憶させるため、下磁極43、コイル41、上磁極44からなる磁気記録装置47と、上記した構成を有する情報再生ヘッド装置100とが、適宜の基板42上に構成して設けられており、且つ当該磁気記録装置47および当該情報再生ヘッド装置100を当該磁気記憶媒体53の選択されたトラックへ

移動させるために、当該磁気記録装置47及び当該情報再生ヘッド装置100とに結合されたアクチュエータ手段(図示せず)とから構成されている情報記録再生システム200が構成される。

【0024】以下に、上記した本発明に係る情報再生ヘッド装置100のより詳細な構成に付いて説明する。つまり、本発明に係る図1及び図2に示す当該ヨーク型情報再生ヘッド装置100に於て、強磁性体基板1としては、例えば、NiZnフェライト、MnZnフェライト、或いはMgZnフェライト等が使用されるものであり、当該強磁性体基板1には、図1に示す様に溝16が形成され、この溝16には非磁性絶縁体2が充填される。この非磁性絶縁体2上に、必要によって非磁性絶縁層21を形成した後に、磁気抵抗効果素子5、上下電極層6、7及び磁極4-1、4-2を形成する。

【0025】本発明に係る当該強磁性トンネル接合素子5の平面的な構成は図2に示す様になり、当該強磁性トンネル接合素子5に於ける平面的に見た各層の構成は、以下の様になっている。即ち、図2中のA~Mの各ポイントの膜構成は以下のとおりであり、各ポイントに於て、基板1から如何なる膜層が、如何なる順番で積層されているかを説明しているものである。

A、強磁性体基板/非磁性絶縁体/膜厚調整層/磁区制御用縦バイアス層
B、強磁性体基板/非磁性絶縁体
C、強磁性体基板
D、強磁性体基板/非磁性絶縁層/磁極
E、強磁性体基板/非磁性絶縁体/下電極膜/磁区制御用縦バイアス層

F、強磁性体基板
G、強磁性体基板/軟磁性層/磁極
H、強磁性体基板/非磁性絶縁層/磁極
I、強磁性体基板/非磁性絶縁体/下電極膜/強磁性トンネル接合素子/上電極膜
J、強磁性体基板/非磁性絶縁体/磁極
K、強磁性体基板/非磁性絶縁体/非磁性絶縁層/磁極
L、強磁性体基板/非磁性絶縁体/下電極膜/強磁性トンネル接合素子/磁極/上電極膜

又、本発明に於て使用される各膜層を構成する材料としては以下のものが有力な候補となる。

1、強磁性体基板

NiZnフェライト、MnZnフェライト、MgZnフェライト

2、非磁性絶縁体

Al酸化物、Si酸化物、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン

3、磁区制御用縦バイアス層

CoCrPt、CoCr、CoPt、CoCrTa、FeMn、NiMn、Ni酸化物、NiCo酸化物、IrMn、PtPdMn、ReMn

4、磁極及び軟磁性層

NiFe、CoZr、またはCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi合金、FeAlSi、窒化鉄系材料、MnZnフェライト、NiZnフェライト、MgZnフェライト

5、下電極膜及び上電極膜

Au、Cu、Mo、W、Ti

6、膜厚調整層（磁極の配置位置を調整する為に挿入される層である。）

Al酸化物、Si酸化物、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン

前記した様に、本発明に係る縦バイアス層8の配置の仕方としては図3～図5に示される様な方法が考えられる。

【0026】つまり、図3は強磁性トンネル接合素子5の端部に接するように縦バイアス層8を設置している。図4は強磁性トンネル接合素子の端部に一部重なるように縦バイアス層を設置している。図5は全面に重なるように縦バイアス層を設置した例である。尚、本発明に係るヨーク型磁気抵抗効果情報再生ヘッド装置100において、その磁気センサ部3に使用されるトンネル接合素子としては、前記した構成に於ける当該固定させる層は、当該固定磁性層に於ける磁化の方向を固定する為の機能を有するものであって、図1（B）の固定磁性層11の一部に含まれるものである。

【0027】又、本発明に係る当該トンネル接合素子5は、上記した各層が、適宜の基板10上に積層配置されるものであるが、その配置は、図1（B）の配列順に固定されるものではなく、後述する様に、反対の配列順であっても良い。

（1）基体／下地層／フリー磁性層／非磁性層／固定磁性層／固定させる層／保護層

（2）基体／下地層／フリー磁性層／第1MRエンハンス層／非磁性層／固定磁性層／固定させる層／保護層

（3）基体／下地層／フリー磁性層／非磁性層／第2MRエンハンス層／固定磁性層／固定させる層／保護層

（4）基体／下地層／フリー磁性層／第1MRエンハンス層／非磁性層／第2MRエンハンス層／固定磁性層／固定させる層／保護層

（5）基体／下地層／固定させる層／固定磁性層／非磁性層／フリー磁性層／保護層

（6）基体／下地層／固定させる層／固定磁性層／第1MRエンハンス層／非磁性層／フリー磁性層／保護層

（7）基体／下地層／固定させる層／固定磁性層／非磁性層／第2MRエンハンス層／フリー磁性層／保護層

（8）基体／下地層／固定させる層／固定磁性層／第1MRエンハンス層／非磁性層／第2MRエンハンス層／フリー磁性層／保護層

本発明に於ける上記各層を構成する材料としての例を以下に示す。

【0028】（A）下地層としては、金属、酸化物、窒化物からなる単層膜、混合膜、又は多層膜を使用する事が出来る。具体例としては、Ta、Hf、Zr、W、Cr、Ti、Mo、Pt、Ni、Ir、Cu、Ag、Co、Zn、Ru、Rh、Re、Au、Os、Pd、Nb、V及びこれらの材料の酸化物あるいは窒化物からなる単層膜、混合膜、又は多層膜を使用する事が出来る。

【0029】添加元素として、Ta、Hf、Zr、W、Cr、Ti、Mo、Pt、Ni、Ir、Cu、Ag、Co、Zn、Ru、Rh、Re、Au、Os、Pd、Nb、Vを用いる事も出来る。尚、本発明に於いては、下地層を使用しない場合もある。

（B）フリー磁性層としては、NiFe、CoFe、NiFeCo、FeCo、CoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi合金またはアモルファス磁性材料を用いることができる。

【0030】（C）非磁性層としては、金属、酸化物、窒化物、酸化物と窒化物の混合物もしくは金属／酸化物2層膜、金属／窒化物2層膜、金属／（酸化物と窒化物との混合物）2層膜、を用いる。Ti、V、Cr、Co、Cu、Zn、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、または、Si、Al、Ti、Taのグループからなる酸化物および窒化物の単体もしくは混合物、またはTa、Hf、Zr、W、Cr、Ti、Mo、Pt、Ni、Ir、Cu、Ag、Co、Zn、Ru、Rh、Re、Au、Os、Pd、Nb、V、Yのグループの少なくとも1つの元素からなる、単体もしくは合金を上記酸化物および窒化物の単体もしくは混合物と組み合わせた2層膜が有力な候補となる。

【0031】（D）第1および第2MRエンハンス層としては、Co、NiFeCo、FeCo等、またはCoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi合金またはアモルファス磁性材料を用いる。

【0032】又、本発明に於て、MRエンハンス層を用いない場合は、用いた場合に比べて若干MR比が低下するが、用いない分だけ作製に要する工程数は低減する。

（E）固定磁性層としては、Co、Ni、Feをベースにするグループからなる単体、合金、または積層膜を用いる。

（F）固定させる層としては、FeMn、NiMn、IrMn、RhMn、PtPdMn、ReMn、PtMn、PtCrMn、CrMn、CrAl、TbCo、N

i 酸化物、Fe 酸化物、Ni 酸化物と Co 酸化物の混合物、Ni 酸化物と Fe 酸化物の混合物、Ni 酸化物 / Co 酸化物 2 層膜、Ni 酸化物 / Fe 酸化物 2 層膜、CoCr、CoCrPt、CoCrTa、PtCo などを用いることができる。

【0033】又、PtMn もしくは PtMn に Ti、V、Cr、Co、Cu、Zn、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Si、Al、Ti、Ta を添加した材料は有力な候補である。

(G) 保護層としては、金属、酸化物、窒化物、酸化物と窒化物の混合物もしくは金属 / 酸化物 2 層膜、金属 / 窒化物 2 層膜、金属 / (酸化物と窒化物との混合物) 2 層膜、を用いる。Ti、V、Cr、Co、Cu、Zn、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、または、Si、Al、Ti、Ta のグループからなる酸化物および窒化物の単体もしくは混合物、または Ta、Hf、Zr、W、Cr、Ti、Mo、Pt、Ni、Ir、Cu、Ag、Co、Zn、Ru、Rh、Re、Au、Os、Pd、Nb、V、Y のグループの少なくとも 1 つの元素からなる、単体もしくは合金を上記酸化物および窒化物の単体もしくは混合物と組み合わせた 2 層膜が有力な候補となる。

【0034】本発明に於て、ヨーク型素子 5 はインダクティブコイルによる書き込みヘッド部を形成させることにより、記録再生一体型ヘッドである情報記録再生システム 200 として用いることができるようになる。つまり、図 6 は、本発明に係る記録再生ヘッドを構成する情報記録再生システム 200 の構成の概略を説明する斜視図である。

【0035】本発明に係る当該情報記録再生システム 200 は、本発明の強磁性トンネル接合素子 5 を用いた情報再生ヘッド装置 100 と、インダクティブ型の記録ヘッドである磁気記録装置 47 からなる。ここでは長手磁気記録用の記録ヘッドとの搭載例を示したが、本発明の磁気抵抗効果素子 5 を垂直磁気記録用ヘッドと組み合わせ、垂直記録に用いてもよい。

【0036】当該情報記録用ヘッドである磁気記録装置 47 は、下磁極 43、コイル 41、上磁極 44 からなる記録ヘッドとから形成されており、当該情報再生ヘッド装置 100 と当該磁気記録装置 47 とが基体 42 上に図 6 に示す様な関係を有して固定配置されて構成されるものである。この際、情報再生ヘッド装置である再生ヘッド 45 の上部シールド膜と、磁気記録装置である記録ヘッド部 47 の下磁極は、互いに共通にしても良く又、別に設けてもかまわない。

【0037】このヘッドにより、記録媒体 53 上に信号を書き込み、また、記録媒体 53 から信号を読み取るのである。再生ヘッドの感知部分と、記録ヘッドの磁気ギ

ャップは、図示のように同一スライダ上に重ねた位置に形成することで、同一トラックに同時に位置決めができる。このヘッドをスライダに加工し、磁気記録再生装置を含む情報記録再生システムに搭載した。

【0038】図 7 は本発明の磁気抵抗効果素子を用いた磁気記録再生装置の概念図である。ヘッドスライダを兼ねる基板 42 上に、再生ヘッド 100 および記録ヘッド 47 を形成し、これを記録媒体 53 上に位置決めして再生を行う。記録媒体 53 は回転し、ヘッドスライダは記録媒体 53 の上を、0.2 μm 以下の高さ、あるいは接触状態で対抗して相対運動する。

【0039】この機構により、情報再生ヘッド装置 100 は記録媒体 53 に記録された磁気的信号を、その漏れ磁界 54 から読み取ることで位置に設定されるのである。更に、本発明に係る当該情報記録再生システム 200 に於いては、図示されていないが、当該磁気記録装置 47 および当該情報再生ヘッド装置 100 を当該磁気記録媒体 53 の選択されたトラックへ任意に移動させるために、当該磁気記録装置 47 及び当該情報再生ヘッド装置 100 とに結合された公知のアクチュエータ手段を含む事が望ましい。

【0040】以下に、本発明に係る当該情報再生ヘッド装置 100 の構成とその機能並びに作動方法に関して、更に詳細に説明する。磁区制御用縦バイアス層 8 は用いないで、図 1 及び図 2 に示したタイプのヨーク型情報再生ヘッド装置 100 を試作した（従来例）。トンネル接合膜としては、/Ta (3 nm) / Pt 46Mn 54 (25 nm) / Co 90Fe 10 (5 nm) / Al 酸化物 (2 nm) / Co 90Fe 10 (2 nm) / Ni 82Fe 18 (8 nm) / Ta (3 nm) を用いた。

【0041】膜形成後には 250℃、5 時間の熱処理を成膜時の磁界とは直交する方向に 500 Oe の磁界を印加しつつ行った。再生ヘッドを構成する各要素の寸法としては、図 8 に示すようなものを用いた。強磁性体基板には MnZn フェライト、磁極には、Ta (5 nm) と Ni 80Fe 20 (20 nm) を交互に積層して、トータルの膜厚を 20 nm にしたものを、非磁性絶縁体としては酸化 Si を、下電極としては Mo 5 nm で Au (50 nm) をサンドイッチした膜を、軟磁性層としては Ni 80Fe 20 を、膜厚調整層としては Al 酸化物を用いた。

【0042】このヘッドを図 6 のような記録再生一体型ヘッドに加工およびスライダ加工し、CoCrTa 系媒体上にデータを記録再生した。この際、書き込みトラック幅は 1.5 μm 、書き込みギャップは 0.2 μm 、読み込みトラック幅は 1.0 μm とした。書き込みヘッド部 47 のコイル部作成時のフォトレジスト硬化工程は 250℃、2 時間とした。

【0043】この工程により本来は素子高さ方向を向いていなければならない固定層および固定させる層の磁化

方向が回転し、磁気抵抗効果素子として正しく動作しなくなったので、再生ヘッド部および記録ヘッド部作成終了後に、200℃、500Oe磁界中、1時間の着磁熱処理を行った。この着磁熱処理による自由磁性層の磁化容易軸の着磁方向への回転は、磁化曲線からほとんど観測されなかった。媒体の保磁力は2.5kOeとした。

【0044】試作したヘッドを用いて、再生出力、S/N、再生出力が半減するマーク長（周波数）、ビットエラーレートを測定した（表1）。再生出力及び再生出力が半減するマーク長はそれぞれ2.9mV及び267kFCIと大きいものの、再生波形がバルクハウゼンノイズが多いことから、結果としてS/Nが24dBと低く、ビットエラーレートも 1×10^{-4} にとどまった。

【0045】次に、図3に示した縦バイアス8の配置を用いて、図1及び図2に示したタイプのヨーク型素子である情報再生ヘッド装置100を試作した。当該情報再生ヘッド装置100のトンネル接合膜としては、 Ta (3nm) / $\text{Pt}_{46}\text{Mn}_{54}$ (25nm) / $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ (5nm) / Al 酸化物 (2nm) / $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ (2nm) / $\text{Ni}_{82}\text{Fe}_{18}$ (8nm) / Ta (3nm) を用いた。

【0046】膜形成後には250℃、5時間の熱処理を成膜時の磁界とは直交する方向に500Oeの磁界を印加しつつ行った。再生ヘッドを構成する各要素の寸法としては、図8に示すようなものを用いた。強磁性体基板1には MnZn フェライト、磁極4（4-1、4-2）には、 Ta (5nm) と $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ (20nm) を交互に積層して、トータルの膜厚を200nmにしたものを、非磁性絶縁体1としては酸化Siを、下電極7としては Mo を5nmで Au (50nm) をサンドイッチした膜を、又、軟磁性層15としては $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ を、膜厚調整層としては Al 酸化物を用いた。

【0047】磁区制御用縦バイアス層8はパターン化された膜端部に接するよう（図3）に配置されている。このヘッドを図6のような記録再生一体型ヘッドに加工およびスライダ加工し、 CoCrTa 系媒体上にデータを記録再生した。この際、書き込みトラック幅は1.5μm、書き込みギャップは0.2μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。

【0048】書き込みヘッド部である磁気記録装置47に於ける当該コイル部41作成時のフォトリソト硬化工程は250℃、2時間とした。この工程により本来は素子高さ方向を向いていなければならない固定層および固定させる層の磁化方向が回転し、磁気抵抗効果素子として正しく動作しなくなったので、再生ヘッド部および記録ヘッド部作成終了後に、200℃、500Oe磁界中、1時間の着磁熱処理を行った。

【0049】この着磁熱処理による自由磁性層の磁化容易軸の着磁方向への回転は、磁化曲線からほとんど観測

されなかった。媒体の保磁力は2.5kOeとした。磁区制御用縦バイアス層の材料を変えて作成したヘッドを用いて、再生出力、S/N、再生出力が半減するマーク長（周波数）、ビットエラーレートを測定した（表2）。

【0050】磁区制御用縦バイアス層8を用いない場合（表1）と比べて、いずれの場合も、再生出力および再生出力が半減するマーク長の値は低下した。しかし、再生波形がバルクハウゼンノイズの少ない良好な波形になったことから、S/Nが向上し、ビットエラーレートも 1×10^{-6} 以下に改善された。次に、図4に示した構成を用いて、図1及び図2に示したタイプのヨーク型素子を試作した。

【0051】トンネル接合膜としては、 Ta (3nm) / $\text{Pt}_{46}\text{Mn}_{54}$ (25nm) / $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ (5nm) / Al 酸化物 (2nm) / $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ (2nm) / $\text{Ni}_{82}\text{Fe}_{18}$ (8nm) / Ta (3nm) を用いた。膜形成後には250℃、5時間の熱処理を成膜時の磁界とは直交する方向に500Oeの磁界を印加しつつ行った。

【0052】再生ヘッドを構成する各要素の寸法（μm）としては、図8に示すようなものを用いた。強磁性体基板1には MnZn フェライト、磁極には、 Ta (5nm) と $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ (20nm) を交互に積層して、トータルの膜厚を200nmにしたものを、非磁性絶縁体2としては酸化Siを、下電極7としては Mo 5nmで Au (50nm) をサンドイッチした膜を、軟磁性層15としては $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ を、膜厚調整層としては Al 酸化物を用いた。

【0053】磁区制御用縦バイアス層8はパターン化された膜端部に一部重なるよう（図4）に配置されている。このヘッドを図6のような記録再生一体型ヘッド200に加工およびスライダ加工し、 CoCrTa 系媒体上にデータを記録再生した。この際、書き込みトラック幅は1.5μm、書き込みギャップは0.2μm、読み込みトラック幅は1.0μmとした。

【0054】書き込みヘッド部のコイル部41作成時のフォトリソト硬化工程は250℃、2時間とした。この工程により本来は素子高さ方向を向いていなければならない固定層および固定させる層の磁化方向が回転し、磁気抵抗効果素子として正しく動作しなくなったので、再生ヘッド部および記録ヘッド部作成終了後に、200℃、500Oe磁界中、1時間の着磁熱処理を行った。

【0055】この着磁熱処理による自由磁性層の磁化容易軸の着磁方向への回転は、磁化曲線からほとんど観測されなかった。媒体の保磁力は2.5kOeとした。磁区制御用縦バイアス層の材料を変えて作成したヘッドを用いて、再生出力、S/N、再生出力が半減するマーク長（周波数）、ビットエラーレートを測定した（表

3)。

【0056】磁区制御用縦バイアス層8を用いない場合(表1)と比べて、いずれの場合も、再生出力および再生出力が半減するマーク長の値は低下した。しかし、再生波形がバルクハウゼンノイズの少ない良好な波形になったことから、S/Nが向上し、ビットエラーレートも 1×10^{-6} 以下に改善された。更に、図5に示した構成を用いて、図1及び図2に示したタイプのヨーク型素子100を試作した。

【0057】トンネル接合膜としては、 Ta (3 nm) / $\text{Pt}_{46}\text{Mn}_{54}$ (25 nm) / $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ (5 nm) / Al 酸化物 (2 nm) / $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ (2 nm) / $\text{Ni}_{82}\text{Fe}_{18}$ (8 nm) / Ta (3 nm) を用いた。膜形成後には250℃、5時間の熱処理を成膜時の磁界とは直交する方向に500 Oeの磁界を印加しつつ行った。

【0058】再生ヘッド100を構成する各要素の寸法としては、図9に示すようなものを用いた。強磁性体基板1には MnZn フェライト、磁極4には、 Ta (5 nm) と $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ (20 nm) を交互に積層し、トータルの膜厚を200 nmにしたものを、非磁性絶縁体2としては酸化Siを、下電極7としては $\text{Mo}_{5\text{nm}}$ で Au (50 nm) をサンドイッチした膜を、軟磁性層15としては $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ を、膜厚調整層としては Al 酸化物を用いた。

【0059】磁区制御用縦バイアス層8はパターン化された膜に重なるよう(図5)に配置されている。このヘッドを図6のような記録再生一体型ヘッド200に加工およびスライダ加工し、 CoCrTa 系媒体上にデータを記録再生した。この際、書き込みトラック幅は1.5 μm 、書き込みギャップは0.2 μm 、読み込みトラック幅は0.8 μm とした。

【0060】書き込みヘッド部47のコイル部41作成時のフォトレジスト硬化工程は250℃、2時間とした。この工程により本来は素子高さ方向を向いていなければならない固定層および固定させる層の磁化方向が回転し、磁気抵抗効果素子として正しく動作しなくなったので、再生ヘッド部および記録ヘッド部作成終了後に、200℃、500 Oe磁界中、1時間の着磁熱処理を行った。

【0061】この着磁熱処理による自由磁性層の磁化容*

* 易軸の着磁方向への回転は、磁化曲線からほとんど観測されなかった。媒体53の保磁力は2.5 kOeとした。磁区制御用縦バイアス層8の材料を変えて作成したヘッドを用いて、再生出力、S/N、再生出力が半減するマーク長(周波数)、ビットエラーレートを測定した(表4)。

【0062】磁区制御用縦バイアス層8を用いない場合(表1)と比べて、いずれの場合も、再生出力および再生出力が半減するマーク長の値は低下した。しかし、再生波形がバルクハウゼンノイズの少ない良好な波形になったことから、S/Nが向上し、ビットエラーレートも 1×10^{-6} 以下に改善された。次に本発明を適用して試作された情報記録再生システム200の具体例の一つである磁気ディスク装置の説明をする。

【0063】磁気ディスク装置200は、図示されていないが、例えばベース上に3枚の磁気ディスクを備え、ベース裏面にヘッド駆動回路および信号処理回路と入出力インターフェイスとを収めている。此处で、外部とは32ビットのバスラインで接続される。磁気ディスクの両面には6個のヘッドが配置されている。ヘッドを駆動するためのロータリーアクチュエータとその駆動及び制御回路、ディスク回転用スピンドル直結モータが搭載されている。

【0064】ディスクの直径は、例えば46 mmであり、データ面は直径10 mmから40 mmまでを使用する。埋め込みサーボ方式を用い、サーボ面を有しないため高密度化が可能である。本装置は、小型コンピュータの外部記憶装置として直接接続が可能になってる。入出力インターフェイスには、キャッシュメモリを搭載し、転送速度が毎秒5から20メガバイトの範囲であるバスラインに対応する。また、外部コントローラを置き、本装置を複数台接続することにより、大容量の磁気ディスク装置を構成することも可能である。

【0065】

【発明の効果】本発明に係る当該情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システムは、上記した様な構成を採用しているので、従来より再生波形のノイズが少なく、S/N及びビットエラーレートが良好な磁気抵抗効果センサおよびシステムを得ることができた。

【0066】

【表1】

表1

磁区制御用縦バイアス層を用いないで作成したヘッドの、再生出力、S/N、再生出力が半減するマーク長(周波数)、ビットエラーレート、および再生波形

再生出力 (mV)	S/N (dB)	再生出力が半減 するマーク長 (kFCI)	ビットエラ ーレート	再生波形
2.6	24	267	1×10^{-4}	ノイズ多し

【0067】

* * 【表2】

表2

磁区制御用縦バイアス層の材料を変えて作成したヘッド（図3の配置）の、再生出力、S/N、再生出力が半減するマーク長（周波数）、ビットエラーレート、および再生波形

磁区制御用縦 バイアス層の 材料種類及び 膜厚 (nm)	再 生 出 力 (mV)	S/N (dB)	再生出力が 半減する マーク長 (kFCL)	ビット エラー レート	再生 波形
CoCrPt(30)	2.4	34	202		良好
CoCr(30)	2.3	33	217		良好
CoPt(30)	2.3	33	208		良好
CoCrTa(30)	2.4	35	210	いずれ も1× 10 ⁻⁶ 以 下	良好
FeMn(8)	2.4	34	225		良好
NiMn(25)	2.2	32	226		やや良
Ni酸化物(10)	2.1	31	227		やや良
NiCo酸化物(10)	2.1	30	229		良好
IrMn(10)	2.2	32	230		良好
PtPdMn(25)	2.2	33	232		やや良
ReMn(20)	2.2	32	233		やや良

【0068】

※ ※ 【表3】

表3

磁区制御用縦バイアス層の材料を変えて作成したヘッド（図4の配置）の、再生出力、S/N、再生出力が半減するマーク長（周波数）、ビットエラーレート、および再生波形

磁区制御用縦 バイアス層の 材料種類及び 膜厚 (nm)	再 生 出 力 (mV)	S/N (dB)	再生出力が 半減する マーク長 (kFCL)	ビット エラー レート	再生 波形
CoCrPt(30)	2.2	32	213		良好
CoCr(30)	2.1	31	219		良好
CoPt(30)	2.1	32	218		良好
CoCrTa(30)	2.2	33	215	いずれ も1× 10 ⁻⁶ 以 下	良好
FeMn(8)	2.2	32	229		良好
NiMn(25)	2.1	31	227		良好
Ni酸化物(10)	2.1	30	229		やや良
NiCo酸化物(10)	2.0	30	233		良好
IrMn(10)	2.1	31	238		良好
PtPdMn(25)	2.0	32	237		やや良
ReMn(20)	2.1	31	239		やや良

[0069]

* * [表4]

表4

磁区制御用縦バイアス層の材料を変えて作成したヘッド(図5の配置)の、再生出力、S/N、再生出力が半減するマーク長(周波数)、ビットエラーレート、および再生波形

磁区制御用縦バイアス層の材料種類及び膜厚(nm)	再生出力(mV)	S/N(dB)	再生出力が半減するマーク長(kFIC)	ビットエラーレート	再生波形
CoCrPt(8)	2.1	31	221		良好
CoCr(8)	2.0	29	227		良好
CoPt(10)	2.0	31	229		良好
CoCrTa(10)	2.1	31	224	いずれも1× 10 ⁻⁶ 以下	良好
FeMn(4)	2.2	32	238		良好
NiMn(10)	2.0	30	234		良好
Ni酸化物(5)	2.1	29	231		良好
NiCo酸化物(5)	1.9	30	237		良好
IrMn(5)	2.0	29	241		良好
PtPdMn(10)	1.9	31	242		良好
ReMn(8)	2.0	29	243		良好

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(A)は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の構成の一例を示す断面図であり、図1(B)は、磁気センサ部の拡大図である。

【図2】図2は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の構成の一例を示す平面図である。

【図3】図3は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の一具体例に於けるトンネル接合素子とバイアス層との接合状態を説明する平面図である。

【図4】図4は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の他の具体例に於けるトンネル接合素子とバイアス層との接合状態を説明する平面図である。

【図5】図5は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の更に他の具体例に於けるトンネル接合素子とバイアス層との接合状態を説明する平面図である。

【図6】図6(A)は、本発明にかかる情報記録再生システムに使用される記録再生ヘッドの構成の一例を示す斜視図である。

【図7】図7は、本発明にかかる情報記録再生システムに使用される記録再生ヘッドの使用例を説明する斜視図である。

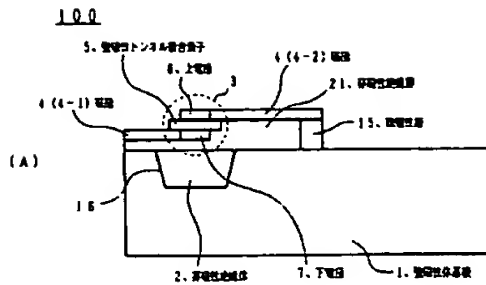
【図8】図8は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の一具体例に於ける寸法を例示した平面図である。

【図9】図9は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の他の具体例に於ける寸法を例示した平面図である。

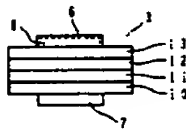
【符号の説明】

- 1…基板
- 2、21…非磁性絶縁層
- 3…磁気センサ部
- 4、4-1、4-2…磁極
- 5…強磁性トンネル接合素子
- 6…上電極部
- 7…下電極部
- 8…バイアス層
- 10…センサー基板
- 11…固定層
- 12…バリア層
- 13…自由磁性層
- 15…軟磁性層
- 16…溝部
- 100…情報再生ヘッド装置
- 200…情報記録再生システム
- 47…磁気記録装置(ヘッド部)
- 43…下磁極
- 41…コイル
- 44…上磁極
- 42…基体
- 45…再生ヘッド
- 53…記録媒体
- 54…まれ磁界

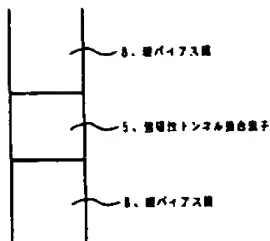
【図1】



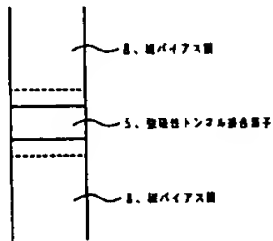
(A)



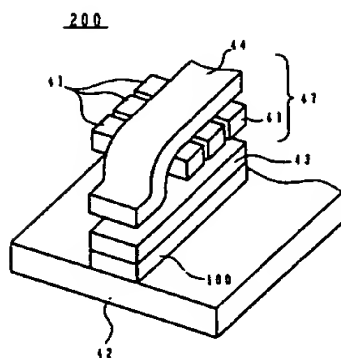
【図3】



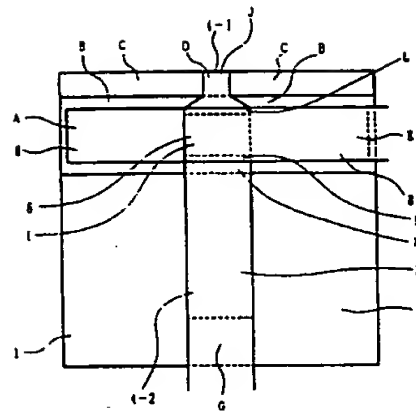
【図4】



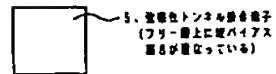
【図6】



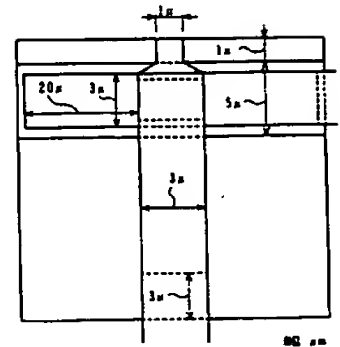
【図2】



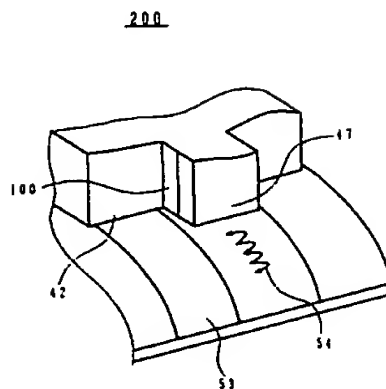
【図5】



【図8】



【図7】



【図9】

